

DaimlerChrysler AG

Finkele

**Verfahren und Vorrichtung zur Vermeidung von  
Kollisionen beim Öffnen von Fahrzeugtüren**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Vermeidung von Kollisionen beim Öffnen von Fahrzeugtüren.

Beim Öffnen von Fahrzeugtüren kommt es immer wieder zu Kollisionen mit stehenden Hindernissen, die für die Insassen nicht sichtbar sind, oder mit bewegten Hindernissen, die sich dem Fahrzeug unbemerkt nähern. Um dieser Problematik zu begegnen, werden in zunehmendem Maße umfeldsensorische Fahrerassistenzsysteme und Sicherheitssysteme eingesetzt. Diese Systeme umfassen Distanzwarnner, Einpark- und Rückfährhilfen und Tote-Winkel-Detektionssysteme sowie Abstandsensoren zur Ermittlung eines Abstands von Objekten im Umfeld eines Fahrzeugs. Die Abtastung des Umfelds des Fahrzeugs erfolgt durch Ultraschallsensoren, Nah- und Fernbereichsradar, Lidar, mit Kameras oder anderen aktiv-optischen Sensoren. Auch wird eine Kombination von mehreren Sensoren vorgenommen.

DE 102 61 622 A1 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Tür-Kollisions-Warnung bei einem Kraftfahrzeug. Im seitlichen Rückraum des Fahrzeugs werden Objekte erfasst, deren Abstand und Geschwindigkeit ermittelt und

aus der Objektgeschwindigkeit und dem Abstand zum Fahrzeug wird eine Warndistanz berechnet. Sobald der Objekt-abstand geringer ist als die von der Objektgeschwindigkeit abhängige Warndistanz, wird ein Warnsignal ausgegeben. Bei sich schnell bewegendenden Objekten wird das Warnsignal schon in einem größeren Abstand ausgelöst als bei sich langsam nähernden Objekten. Eine Änderung der Geschwindigkeit oder Richtung des Objekts wird jedoch nicht beachtet.

DE 100 04 161 A1 offenbart ein Türsicherungssystem, bei dem das Öffnen einer Fahrzeugtür in Abhängigkeit von einer sensorisch erfassten Fahrzeugumgebungssituation verhindert oder freigegeben wird. Befindet sich ein ruhendes Objekt im Schwenkbereich der Fahrzeugtür, wird eine akustische Warnung ausgegeben. Erkennen die zur Türsicherung gehörenden Überwachungsmittel, dass sich ein bewegtes Objekt nähert, wird eine Warnung dann ausgegeben, sobald sich das Objekt in einem Bereich befindet, der aus dem Schwenkbereich der Tür zuzüglich eines gewissen Sicherheitsbereichs gebildet wird. Es wird also ein statisch festgelegter Bereich um das Fahrzeug überwacht.

Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erkennung einer Unfallgefahr sind aus DE 102 29 033 A1 bekannt. Umfeldsensoren ermitteln Objekte im Erfassungsbereich um ein Fahrzeug herum und erzeugen daraus Abstandssignale, aus denen während der Fahrt des Fahrzeugs Abstände zu den erfassten Objekten ermittelt werden. Beim stehenden Fahrzeug wird aus diesen Abstandssignalen ermittelt, ob eine Kollisionsgefahr zwischen der geöffneten Tür und dem Objekt besteht. Dazu werden sowohl die Position des Objektes als auch die Geschwindigkeit ermittelt und daraus eine Trajektorie des Objekts festgelegt. Unterschreitet die

Trajektorie einen Mindestabstand zum Schwenkbereich der Fahrzeugtür, wird ein Warnsignal ausgegeben. Der Mindestabstand zum Schwenkbereich der Fahrzeugtür ist statisch festgelegt. Er soll größer Null sein, um einen Sicherheitsbereich zu erhalten.

Den bekannten Verfahren ist gemeinsam, dass Positions- und Bewegungsveränderungen des Fahrzeugs wie auch der Objekte nur unzureichend berücksichtigt werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es damit, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Vermeidung von Kollisionen beim Öffnen von Fahrzeugtüren anzugeben, die Änderungen der Umgebungssituation des Fahrzeugs aufgrund von Bewegungen des Fahrzeugs und der erfassten Objekte berücksichtigen und eine Kollision von Fahrzeugtüren mit den Objekten zuverlässig vermeiden.

Gelöst wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch ein Verfahren gemäß dem ersten Patentanspruch und durch eine Vorrichtung gemäß dem Patentanspruch 10. Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die voraussichtliche Bewegungsbahn eines Fahrzeugs ermittelt. In einem weiteren Schritt werden die Objekte im Umfeld des Fahrzeugs erfasst und für die erfassten Objekte voraussichtliche Bewegungsbahnen festgestellt. Anschließend werden sowohl für das Fahrzeug und den Schwenkbereich der Fahrzeugtüren als auch für die erfassten Objekte jeweils Wahrscheinlichkeitsräume festgelegt. Die Wahrscheinlichkeitsräume der Schwenkbereiche der Fahrzeugtüren werden jeweils mit den einzelnen Wahrscheinlichkeitsräumen der

Objekte verglichen, um festzustellen, ob eine Überdeckung vorliegt. Wird eine Überdeckung erkannt, so wird ein Kollisionsgefahr anzeigendes Reaktionssignal erzeugt.

Die Bewegungsbahn des Fahrzeugs wird aus den Sensordaten des Fahrzeugs ermittelt, die von einer Fahrzeugsensorik zur Verfügung gestellt werden. Die Fahrzeugsensorik erfasst Fahrzeugdaten wie beispielsweise Raddrehzahlsignale, Geschwindigkeitssignale, Lenkradwinkel, Fahrzeugposition, Gierwinkel, Gierrate, Längs- oder Querbefleunigung. Darüber hinaus können auch Informationen aus digitalen Daten wie zum Beispiel aus digitalen Karten und GPS-Informationen mit herangezogen werden, so dass die Fahrzeugposition aber auch Informationen über beispielsweise Ampeln, Kreuzungen, Radwege oder Einbahnstraßen verwendet werden können. Die einzelnen Sensordaten können beliebig miteinander kombiniert werden, um die Bewegungsbahn des Fahrzeugs möglichst genau zu ermitteln.

Die Informationen zur Erkennung von Objekten im Umfeld des Fahrzeugs werden aus Umfeldsensoren gewonnen, die oftmals bereits im Fahrzeug vorhanden sind. Geeignet werden dabei Sensordaten verwendet, die von Nahbereichsradar, Fernbereichsradar, Ultraschallsensoren, Lidarsensoren oder von Kameras erzeugt werden. Die einzelnen Sensordaten können beliebig miteinander kombiniert werden, um Objekte im näheren oder weiteren Umfeld des Fahrzeugs zu erkennen. Aus den Sensordaten können neben der Position die Bewegungsrichtung, Beschleunigung und Geschwindigkeit der Objekte erfasst werden. Darüber hinaus stehen auch Informationen zu den Fahrbahnverläufen und den Fahrbahnrandern zur Verfügung. Aus den Daten werden die voraussichtlichen Bewegungsbahnen für die erfassten Objekte ermittelt.

Vorzugsweise werden die Bewegungsbahnen aus Daten der Vergangenheit und den aktuellen Sensordaten gewonnen und bis zu einer bestimmten zukünftigen Zeit  $t_x$  extrapoliert. Die Extrapolationszeit  $t_x$  kann vorgegeben sein oder in Abhängigkeit von den verwendeten Umfeldsensoren oder der Fahrzeuggeschwindigkeit festgelegt werden.

Erfindungsgemäß wird eine Kollisionsgefahr dann festgestellt, wenn eine Überdeckung eines Wahrscheinlichkeitsraums der Schwenkbereiche der Fahrzeugtüren mit einem der Wahrscheinlichkeitsräume der erfassten Objekte gegeben ist. Der Wahrscheinlichkeitsraum ist jeweils der voraussichtlich zu erwartende Aufenthaltsraum für das Fahrzeug bzw. die Schwenkbereiche der Fahrzeugtüren und für die Objekte zu einem bestimmten Zeitpunkt  $t_i$ . Er liegt zwischen dem Zeitpunkt  $t_0$ , welcher der momentanen Position des Objekts bzw. des Fahrzeugs entspricht, und dem bestimmten Extrapolationszeitpunkt  $t_x$ , bis zu dem die Extrapolation der Bewegungsbahnen durchgeführt wird. Dadurch wird eine sehr genaue Vorhersage einer möglichen Kollisionsgefahr zwischen einem sich bewegenden Fahrzeug und sich bewegenden Objekten möglich.

Kreuzt beispielsweise die Bahnkurve eines herannahenden Objekts die Bewegungsbahn des sich bewegenden Fahrzeugs, so liegt eine Kollisionsgefahr nur vor, wenn der Schnittpunkt der Bahnen zur gleichen Zeit  $t_i$  vorliegt. Gleiches gilt entsprechend für die möglichen Aufenthaltsräume bzw. die zeitabhängigen Wahrscheinlichkeitsräume. Keine Kollisionsgefahr besteht indes, wenn ein sich näherndes Objekt zum aktuellen Zeitpunkt den zum in der Zukunft liegenden Extrapolationszeitpunkt  $t_x$  wahrscheinlichen Aufenthaltsraum der Türen schneidet.

Für ortsfeste, ruhende Objekte oder für ein ruhendes Fahrzeug ist der Wahrscheinlichkeitsraum, also der mögliche Aufenthaltsraum, gleich der momentanen Position bzw. dem wirklichen Aufenthaltsraum. Bei den Türen eines ruhenden Fahrzeugs wird der Schwenkbereich der Türen selbst als Wahrscheinlichkeitsraum festgelegt.

Zur Feststellung einer Kollisionsgefahr werden bereits vorausschauend mögliche Aufenthaltsräume eines Objektes bzw. des Fahrzeugs und des Schwenkbereichs seiner Türen mit berücksichtigt. Bei einem sich bewegenden Fahrzeug kann so bereits im Voraus vor Objekten gewarnt werden, die möglicherweise bald in den Schwenkbereich der Türen gelangen werden. Bei ruhenden Objekten kann der Fahrer eines sich bewegenden Fahrzeugs vor der Kollisionsgefahr bereits gewarnt werden, noch bevor das Fahrzeug eine Position erreicht, bei der das Objekt in den Arbeitsbereich bzw. den Schwenkbereich der Fahrzeigtüren gelangt. Dies hat den Vorteil, dass das Objekt zum Zeitpunkt einer möglichen Kollision nicht direkt von den Umfeldsensoren erfasst werden muss. Es ist daher nicht notwendig, den Raum neben dem Fahrzeug zu erfassen. So können die im Fahrzeug vorhandenen Sensoren, wie beispielsweise Nahbereichssensoren der Einparkhilfe in den Stoßfängern verwendet werden. Diese Sensoren können mittig und in den Ecken der Stoßfänger mit Ausrichtung nach vorne bzw. nach hinten verbaut sein.

In einer bevorzugten Ausführung des Verfahrens liegt eine Kollisionsgefahr dann vor, wenn die Überdeckung der Wahrscheinlichkeitsräume für eine bestimmte Zeitdauer anhält. Damit kann die Fehlertoleranz des Verfahrens beeinflusst werden.

Bevorzugt werden die Wahrscheinlichkeitsräume für das Fahrzeug und für die Objekte aus deren voraussichtlichen Bewegungsbahnen und deren wahrscheinlichen Begrenzungskurven gebildet. Da die wirkliche Bahnkurve des Fahrzeugs und der erfassten Objekte mit zunehmender Betrachtungszeit immer weiter von der voraussichtlichen Bewegungsbahn abweichen kann, wird ein Raum um die Bewegungsbahn definiert, der von zwei Begrenzungslinien bestimmt ist. Die Begrenzungslinien weisen einen orthogonal zur extrapolierten Bahnkurve ausgerichteten Abstand auf, der aus der Entfernung bzw. aus der Extrapolationszeit durch Multiplikation mit einem bestimmten objektindividuellen Faktor gebildet wird.

Zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeitsräume für das Fahrzeug, für die Schwenkbereiche der Türen und für die Objekte werden die Begrenzungslinien auf die jeweiligen äußeren Eckpunkte des Fahrzeugs, der Schwenkbereiche der Türen oder der Objekte transformiert. Dabei wird jeweils die rechte Begrenzungslinie auf die rechten Eckpunkte und die linke Begrenzungskurve auf die linken Eckpunkte übertragen. Somit kann für jeden beliebigen Zeitpunkt eine mögliche Position der Objekte und des Fahrzeugs bzw. des Schwenkbereichs der Türen angegeben werden. Auf diese Weise kann auch ein wahrscheinlicher Gesamt-Aufenthaltsraum festgelegt werden, der sich über den gesamten Extrapolationszeitraum erstreckt.

Bevorzugt ergeht die Warnung vor einer möglichen Kollision, wenn das Fahrzeug anhält oder sich mit einer geringen Fahrzeuggeschwindigkeit unterhalb eines Grenzwertes fortbewegt und wenn gleichzeitig das betreffende Objekt innerhalb einer bestimmten Zeitspanne in den möglichen

Schwenkbereich der Fahrzeugtüren, also in den Wahrscheinlichkeitsraum der Türen, gelangen wird. Somit kann zuverlässig vor herannahenden Objekten gewarnt werden. Befinden sich die Objekte jedoch noch weit genug entfernt von der möglichen oder wirklichen Halteposition des Fahrzeugs, muss kein Warnsignal erzeugt werden, da keine direkte Gefahr eines Zusammenstosses besteht.

Das Reaktionssignal kann eine akustische oder optische Warnung auslösen, wenn das Öffnen einer Tür eingeleitet wird oder wenn eine Tür geöffnet ist. Eine geöffnete Tür wird beispielsweise durch den Kontaktschalter erkannt, der auch die Fahrzeuginnenbeleuchtung ein- und ausschaltet. Die Einleitung des Türöffnens kann entweder durch die gleiche Sensorik angezeigt werden, wie sie bereits heute für die Funktion „Keyless-Go“ in den äußeren Türgriffen verwendet wird. Darüber hinaus kann ein bevorstehendes Türöffnen durch kapazitive Sensoren im Türgriff oder durch Sensoren erfasst werden, die die Betätigung des Türgriffs registrieren.

Das Reaktionssignal kann als akustisches Signal an einem Lautsprecher in der Nähe der betreffenden Türen ausgegeben werden, was einer ortsselektiven Warnung entspricht. Die Warnung kann auch über die Lautsprecher des Radios erfolgen. Eine optische Warnung wird durch Warnleuchten angezeigt, die beispielsweise im Armaturenbrett angeordnet sein können. Eine haptische Warnung kann über einen Vibrationsgeber in der Tür oder in der Nähe erfolgen, beispielsweise einen Vibrationsgeber, der den Türgriff vibrieren lässt, ähnlich dem Vibrationsalarm eines Handys.



Besonders bevorzugt steuert das Reaktionssignal die Türverriegelung so an, dass die entsprechende Tür, für die eine Kollisionsgefahr erkannt wurde, wenigstens für eine bestimmte Zeit gesperrt ist. Ein Öffnen der Tür von innen ist dann nur mit einer zeitlichen Verzögerung möglich. Die entsprechende Tür kann jedoch auch so lange gesperrt bleiben, wie die Kollisionsgefahr besteht. Ein Öffnen der Tür von außen kann entweder ebenfalls durch das Reaktionssignal verhindert werden oder generell ungehindert bleiben.

Weiter bevorzugt ist die Begrenzung des Öffnungswinkels der relevanten Tür. Die Tür lässt sich dann nur soweit schwenken, dass eine Kollision mit einem Objekt im Schwenkbereich der Tür ausgeschlossen ist. Zur Begrenzung des Öffnungswinkels können die im Stand der Technik bekannten Mechanismen und Verfahren angewandt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorzugsweise nur dann ausgeführt, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit einen bestimmten Wert unterschreitet oder wenn erkannt wird, dass eine Tür geöffnet werden soll. Eine dauerhafte Abtastung des Umfelds des Fahrzeugs, die Ermittlung und die Extrapolation von Bewegungsbahnen ist nicht notwendig.

Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn das Verfahren manuell vom Fahrer abgeschaltet werden kann. Auch soll das erfindungsgemäße Verfahren nicht durchgeführt werden, wenn das Fahrzeug von außen verschlossen wird oder wenn erkannt wird, dass sich keine Person im Fahrzeug befindet. Wenn die Geschwindigkeit eine vorgegebene Geschwindigkeit überschreitet wird das Verfahren ebenfalls nicht durchgeführt.

Wenn eine Kollisionsgefahr nicht mehr besteht, sich also kein Hindernis mehr im möglichen Schwenkbereich der Tür befindet, wird die Ausgabe des Reaktionssignals beendet. Dies ist dann der Fall, wenn ein sich bewegendes Objekt zu einem Zeitpunkt innerhalb des Extrapolationszeitraums keine Gefahr mehr darstellt oder wenn das Fahrzeug aus dem Gefahrenbereich eines stehenden oder sich bewegendes Objektes heraus bewegt wird.

Erfindungsgemäß wird die vorliegende Aufgabe auch durch eine Vorrichtung zur Vermeidung von Kollisionen beim Öffnen von Fahrzeugtüren mit einer Kollisionsüberwachungseinheit gelöst. Die Kollisionsüberwachungseinheit umfasst eine Auswerteeinheit, die aus Sensordaten der Umfeldsensorik Objekte im Umfeld des Fahrzeugs erkennt und Bewegungsbahnen für die erfassten Objekte ermittelt. Die Auswerteeinheit ermittelt aus Sensordaten der Fahrzeugsensorik die Bewegungsbahn des Fahrzeugs. Die Kollisionsüberwachungseinheit umfasst weiterhin einen Mikroprozessor, der eingerichtet ist, um einen Wahrscheinlichkeitsraum für das Fahrzeug und für die erfassten Objekte aus den jeweiligen Bewegungsbahnen zu berechnen und um eine Überdeckung der Wahrscheinlichkeitsräume zu erkennen. Der Mikroprozessor gibt ein eine Kollisionsgefahr anzeigendes Reaktionssignal an ein Warnmittel aus, wenn eine Überdeckung festgestellt wird.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung greift auf die im Fahrzeug vorhandene Sensorik wie Umfeldsensoren und Fahrzeugsensoren zu. Als Warnmittel können Lautsprecher oder Warnleuchten in Betracht kommen, die ebenfalls schon im Fahrzeug vorhanden sein können. Die Auswerteeinheit wie auch der Mikroprozessor sind in der Regel über ein Bussystem mit der Umfeldsensorik, also den Ultraschallsenso-

ren, Radarsensoren oder Infrarotsensoren oder Kameras verbunden. Auch die Sensoren der Fahrzeugsensorik sind über den Bus angebunden. Darüber hinaus können noch weitere Sensoren angebunden sein, beispielsweise Sensoren, die das Öffnen einer Tür erkennen. Der Mikroprozessor kann auch ein weiteres Signal an die Türverriegelungseinheit abgeben, um beispielsweise ein Öffnen der Tür für wenigstens eine bestimmte Zeit zu verhindern. Auch kann durch die Abgabe eines geeigneten Signals die Begrenzung des Öffnungswinkels der Tür gesteuert werden.

Vorteilhafterweise ist die Kollisionsüberwachungseinheit eingerichtet, um die ermittelten Bewegungsbahnen für einen bestimmten Zeitraum in der Zukunft aus den Sensordaten der Vergangenheit zu extrapolieren. Diese kann auch von der Auswerteeinheit oder von einem Mikroprozessor durchgeführt werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Kollisionsüberwachungseinheit dann aktiv, sobald das Fahrzeug eine bestimmte Geschwindigkeit unterschreitet oder sobald das Öffnen einer Tür erkannt wird. Dies kann durch geeignete Sensoren oder den Türkontaktschalter erkannt werden.

Bevorzugt wird die Kollisionsüberwachungseinheit ausgeschaltet, sobald das Fahrzeug eine bestimmte Geschwindigkeit überschreitet. Alternativ kann die Kollisionsüberwachungseinheit manuell abschaltbar sein. Auch kann die Kollisionsüberwachungseinheit deaktiviert sein, sobald das Fahrzeug von außen verschlossen wird.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel wird anhand der nachfolgenden Abbildungen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1            eine schematische Darstellung eines Objekts und seines Wahrscheinlichkeitsraums, ermittelt aus seiner Bewegungsbahn;
- Fig. 2            eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs und des Wahrscheinlichkeitsraums einer der Fahrzeugtüren;
- Fig. 3            eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs und eines sich bewegenden Objekts sowie eines möglichen Kollisionsraums; und
- Fig. 4            ein Blockschalttdiagramm der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Kollisionsvermeidung.

In Figur 1 ist ein Objekt 1 zum Zeitpunkt  $t_0$  dargestellt, das eine gradlinige Bewegung ausführt. Aus der Bewegung des Objekts 1 wird eine Bewegungsbahn 2 ermittelt und bis zu einem vorgegebenen Zeitpunkt  $t_x$  extrapoliert. Da der Verlauf der Bewegungsbahn 2 im Zeitintervall zwischen  $t_0$  und  $t_x$  ungewiss ist, werden zwei Begrenzungskurven 2a, 2b unter einem Winkel gebildet, die die Bewegungsbahn 2 einfassen. Der orthogonale Abstand der Begrenzungskurven 2a, 2b von der Bewegungsbahn 2 zum Zeitpunkt  $t_x$  ergibt sich aus einem konstanten Faktor multipliziert mit der Zeit  $t_x$ . Damit spannen die Begrenzungskurven 2a, 2b und der orthogonale Abstand zum Zeitpunkt  $t_x$  ein gleichschenkliges Dreieck auf, dessen Höhe aus der Bewegungsbahn 2 gebildet wird.

Die Begrenzungskurven 2a, 2b werden nun auf die Eckpunkte des Objekts 1 projiziert. Auf diese Art wird ein Gesamtwahrscheinlichkeitsraum 3' zwischen den Zeitpunkten  $t_0$

und  $t_x$  aufgespannt. Der Gesamt-Wahrscheinlichkeitsraum  $3'$  spiegelt für alle Zeitpunkte im Intervall  $t_0$  bis  $t_x$  eine mögliche und erwartete Position des Objekts 1 wider. Es lassen sich somit mögliche Aufenthaltsorte des bewegten Objekts 1 im relevanten Zeitintervall vorhersagen. Zu einem bestimmten Zeitpunkt  $t_1$  ergibt sich somit der Wahrscheinlichkeitsraum 3 für das Objekt 1.

Figur 2 zeigt die schematische Darstellung eines Fahrzeugs 4 mit vier Türen. Jede der Türen weist einen Schwenkbereich 5 auf, der für die vordere rechte Tür exemplarisch dargestellt ist. Für das sich bewegende Fahrzeug 4 lässt sich aus der Bewegung in der Vergangenheit bis zum Zeitpunkt  $t_0$  eine Bewegungsbahn 6 extrapolieren. Entsprechend der Vorgehensweise gemäß Figur 1 lassen sich die Begrenzungskurven 6a, 6b der Bewegungsbahn 6 ermitteln. Die Projektion der Begrenzungskurven 6a, 6b auf den Schwenkbereich 5 der vorderen rechten Tür führt zur Festlegung eines Wahrscheinlichkeitsraums 7. Dieser stellt den möglichen und erwarteten Schwenkbereich der rechten Tür zu einem zukünftigen Zeitpunkt  $t_1$  dar. Wird für den Zeitpunkt  $t_1$  ein Objekt im Wahrscheinlichkeitsraum 7 von der Umfeldsensorik des Fahrzeugs 4 ermittelt, wird eine mögliche Kollisionsgefahr erkannt und entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Warnung ausgegeben.

Figur 3 zeigt eine Situation mit einem stehenden Fahrzeug 4 und geöffneter rechter Vordertür, die durch ihren Schwenkbereich 5 charakterisiert wird. Das Objekt 1 bewegt auf das Fahrzeug zu. Aus der extrapolierten Bewegungsbahn 2 wird der Gesamt-Wahrscheinlichkeitsraum  $3'$  des Objekts 1 ermittelt, der die Summe aller möglichen Aufenthaltsräume des Objekts 1 im Intervall  $t_0$  bis  $t_x$  repräsentiert. Der Wahrscheinlichkeitsraum 3 des Objekts

1 zum bestimmten Zeitpunkt  $t_1$  überlappt teilweise mit dem Schwenkbereich 5 der rechten Seitentür des Fahrzeugs 4. Dieser Überlappungsbereich ist ein möglicher Kollisionsbereich 8, für den schon im Voraus eine Kollisionsgefahr erkannt wird. Eine direkte Erfassung des Schwenkbereichs 5 durch Sensoren ist nicht notwendig. Allein aus der Ermittlung des Wahrscheinlichkeitsraums 3 und des Kollisionsbereichs 8 lässt sich eine mögliche Kollision erkennen. Entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren wird nach dem Erkennen des Kollisionsbereichs 8 ein Reaktionssignal ausgegeben, das ein akustisches Warnsignal sein kann. Alternativ kann das Öffnen der Tür des Fahrzeugs 4 verhindert werden oder der Schwenkbereich 5 der Tür so eingeschränkt werden, dass die Tür nicht in den Kollisionsbereich 8 geschwenkt werden kann.

Eine Kollisionsüberwachungseinheit 9 gemäß Figur 4 umfasst eine Auswerteeinheit 10a und einen Mikroprozessor 10b. Die Kollisionsüberwachungseinheit 9 ist über ein Bussystem 11 mit einem Sensorsteuergerät 12 und einer Steuereinheit 13 verbunden. Umfeldsensoren 14 und Fahrzeugsensoren 15 sind direkt mit dem Sensorsteuergerät 12 verbunden. Das Sensorsteuergerät 12 nimmt die Sensordaten auf und leitet es an die Auswerteeinheit 10a weiter. In der Auswerteeinheit 10a werden aus den Sensordaten die Bewegungsbahn für das Fahrzeug sowie für die von den Umfeldsensoren 14 erkannten Objekte ermittelt. Der Mikroprozessor 10b extrapoliert die Bewegungsbahn bis zu einem vorgegebenen Zeitraum und ermittelt den Wahrscheinlichkeitsraum für das Fahrzeug sowie für die erfassten Objekte. Wird eine Kollisionsgefahr erkannt, gibt der Mikroprozessor 10b über das Bussystem 11 ein Reaktionssignal an die Steuereinheit 13. Diese erzeugt wahlweise ein akustisches Signal, das über einen Lautsprecher 16 ausge-

geben wird. Die Steuereinheit 13 ist auch mit einem Türschließsystem 17 verbunden. Liegt ein Reaktionssignal vom Mikroprozessor 10b vor, dann leitet die Steuereinheit 13 wahlweise auch ein Signal an das Türschließsystem 17, so dass die Türentriegelung zumindest für eine bestimmte Zeit gesperrt wird.

In vorteilhafter Weise steht die Kollisionsüberwachungseinheit mit einem Bussystem in Verbindung, über welches Daten zur Lage, Größe und/oder Anzahl der Türen zur Verfügung gestellt werden. Bei diesem Bussystem kann es sich beispielsweise um den CAN-Bus handeln.

Eine besonders gewinnbringend Ausgestaltung umfasst eine Warneinrichtung für Verkehrsteilnehmer im Umfeld des Fahrzeuges. Hierbei ist vorgesehen, dass die anderen Verkehrsteilnehmer durch optische (beispielsweise Blinker oder Lichthupe) oder akustische (beispielsweise Signalhorn) Warnsignale auf die bevorstehende oder erfolgte Türöffnung aufmerksam gemacht werden, wenn gleichzeitig die Kollisionsüberwachungseinheit eine Kollisionsgefahr erkannt hat. Hierbei ist es vorteilhaft, die Licht- und Hornsignale in ihrer Intensität abgestuft nach dem Grad der Kollisionsgefahr auszusenden. Wenn möglich sollte die Signalgestaltung mit geometrischem Bezug zu den Türen ausgestaltet werden, welche geöffnet werden.

DaimlerChrysler AG

Finkele

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Vermeidung von Kollisionen beim Öffnen von Fahrzeugtüren gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

- Ermitteln einer voraussichtlichen Bewegungsbahn (6) eines Fahrzeugs (4),
- Erfassen von Objekten (1) im Umfeld des Fahrzeugs (4),
- Ermitteln der voraussichtlichen Bewegungsbahnen (2) der erfassten Objekte (1),
- Festlegen eines Wahrscheinlichkeitsraums (7) für den Schwenkbereich (5) der Fahrzeugtüren und eines Wahrscheinlichkeitsraums (3) für jedes erfasste Objekt (1),
- Vergleichen des Wahrscheinlichkeitsraums (7) des Schwenkbereichs (5) der Fahrzeugtüren mit den Wahrscheinlichkeitsräumen (3) der Objekte (1), so dass eine eventuelle Überdeckung festgestellt wird, und
- Erzeugen eines Kollisionsgefahr anzeigenden Reaktionssignals, wenn eine Überdeckung erkannt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegungsbahnen aus der Vergangenheit für einen bestimmten künftigen Zeitraum extrapoliert werden.



3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Kollisionsgefahr anzeigende Reaktionssignal erzeugt wird, wenn eine Überdeckung der Wahrscheinlichkeitsräume (3, 7) zu einem Zeitpunkt und/oder eine bestimmte Zeitdauer gegeben ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Wahrscheinlichkeitsraum (7) für den Schwenkbereich (5) der Fahrzeigtüren und die Wahrscheinlichkeitsräume (3) für die Objekte (1) aus Begrenzungskurven (2a, 2b, 6a, 6b) der voraussichtlichen Bewegungsbahnen (2, 6) ermittelt werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Reaktionssignal eine akustische, optische oder haptische Warnung auslöst, wenn die Öffnung der Tür eingeleitet wird oder wenn eine Tür geöffnet ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Reaktionssignal die Türverriegelung so ansteuert, dass die entsprechende Tür gehemmt oder für wenigstens eine bestimmte Zeit gesperrt ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass es dann ausgeführt wird, wenn die Geschwindigkeit des Fahrzeugs (4) einen bestimmten Wert unterschreitet und/oder wenn das Öffnen einer Tür erkannt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass es deaktiviert wird durch manuelles Abschalten oder durch Abschließen des Fahrzeugs (4) von außen oder wenn keine Person im Fahrzeug (4) ist oder

wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit eine bestimmte Geschwindigkeit überschreitet.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgabe des Reaktionssignals beendet wird, sobald die Kollisionsgefahr nicht mehr besteht.

10. Vorrichtung zur Vermeidung von Kollisionen beim Öffnen von Fahrzeugtüren, mit einer Kollisionsüberwachungseinheit (9) umfassend

- eine Auswerteeinheit (10a), die aus Sensordaten einer Umfeldsensorik Objekte (1) im Umfeld eines Fahrzeugs (4) erkennt und voraussichtliche Bewegungsbahnen (2) für die erfassten Objekte (1) ermittelt und die aus Sensordaten der Fahrzeugsensorik die voraussichtliche Bewegungsbahn (6) des Fahrzeugs (4) ermittelt,
- einen Mikroprozessor (10b), der eingerichtet ist zum Festlegen eines Wahrscheinlichkeitsraums (7) für das Fahrzeug (4) und von Wahrscheinlichkeitsräumen (3) für die erfassten Objekte (1) und zum Erkennen einer Überdeckung der Wahrscheinlichkeitsräume (3, 7), wobei der Mikroprozessor (10b) ein Kollisionsgefahr anzeigendes Reaktionssignal an ein Warnmittel oder an eine Steuereinheit (13) ausgibt, wenn eine Überdeckung festgestellt wird.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Kollisionsüberwachungseinheit (9) eingerichtet ist, um die Bewegungsbahnen (2, 6) für einen bestimmten Zeitraum in der Zukunft aus den Sensordaten der Vergangenheit zu extrapolieren.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Kollisionsüberwachungseinheit (9) eingeschaltet wird, wenn das Fahrzeug (4) eine bestimmte Geschwindigkeit unterschreitet und/oder das Öffnen einer Tür erkannt wird.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Kollisionsüberwachungseinheit (9) deaktiviert wird, wenn das Fahrzeug (4) eine bestimmte Geschwindigkeit überschreitet und/oder das Fahrzeug (4) von außen verschlossen wird und/oder durch manuelles Abschalten.

14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kollisionsüberwachungseinheit mit einem Bussystem in Verbindung steht, über welches Daten zur Lage, Größe und/oder Anzahl der Türen zur Verfügung gestellt werden.

15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass andere Verkehrsteilnehmer durch optische oder akustische Warnsignale auf die bevorstehende oder erfolgte Türöffnung aufmerksam gemacht werden, wenn gleichzeitig die Kollisionsüberwachungseinheit eine Kollisionsgefahr erkannt hat.

1 / 4

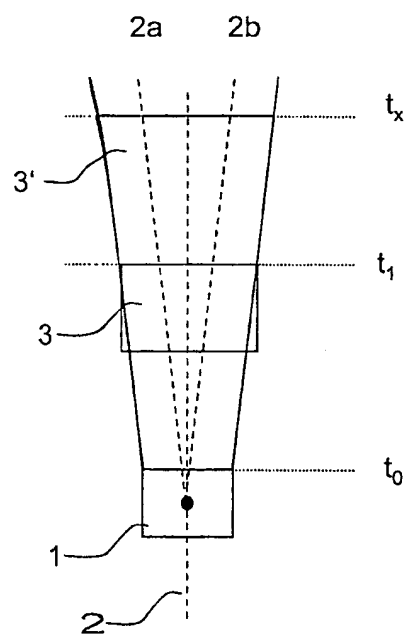


Fig. 1

2 / 4

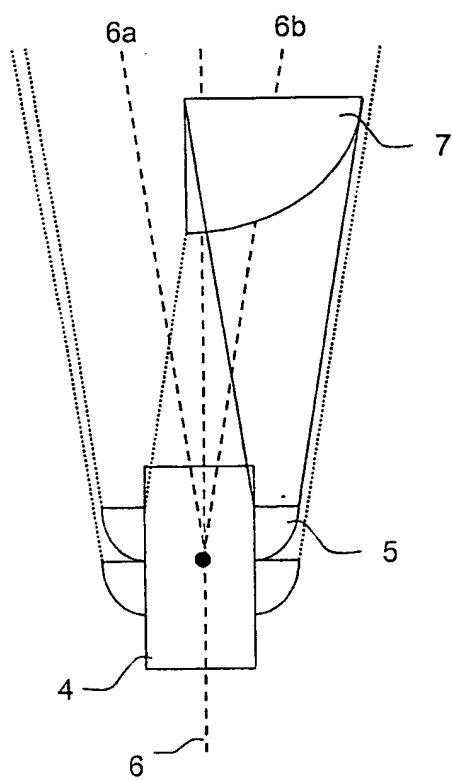


Fig. 2

3 / 4

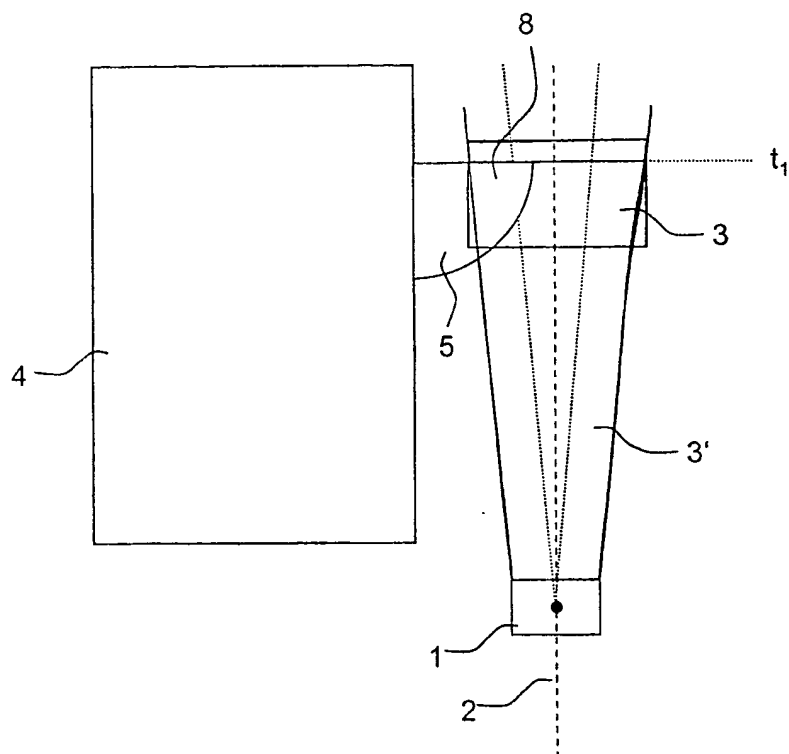


Fig. 3

4 / 4

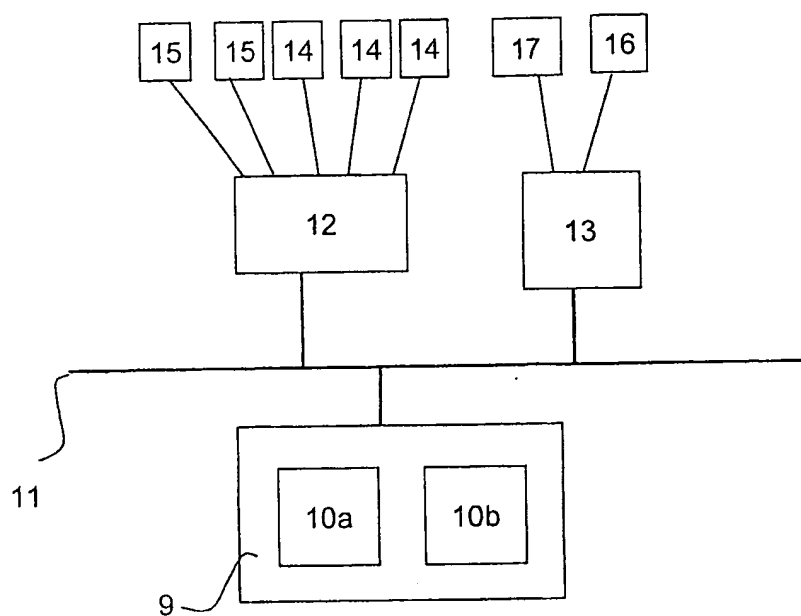


Fig. 4